



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informaticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**105000063 - Computacion de Alto Rendimiento**

### PLAN DE ESTUDIOS

10II - Grado En Ingenieria Informatica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	105000063 - Computacion de Alto Rendimiento
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	10II - Grado En Ingenieria Informatica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	10 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Informaticos
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Maria Isabel Garcia Clemente	4105	mariaisabel.garcia@upm.es	Sin horario. Consultar web de la asignatura
Antonio Garcia Dopico (Coordinador/a)	4202	antonio.garcia.dopico@upm.es	Sin horario. Consultar web de la asignatura

Jose Luis Pedraza Dominguez	4105	joseluis.pedraza@upm.es	Sin horario. Consultar web de la asignatura
--------------------------------	------	-------------------------	---

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Arquitectura De Computadores

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Poseer destrezas fundamentales de la programación.

- Conocimientos básicos de concurrencia.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CG-1/21 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

CG-19 - Capacidad de usar las tecnologías de la información y la comunicación.

CG-2/CE45 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en el área de la informática.

CG-6 - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis

Ce 12/16 - Conocer los campos de aplicación de la informática, y tener una apreciación de la necesidad de poseer unos conocimientos técnicos profundos en ciertas áreas de aplicación; apreciación del grado de esta necesidad en, por lo menos, una situación.

Ce 13/18 - Comprender lo que pueden y no pueden conseguir las tecnologías actuales, y las limitaciones de la informática, que implica distinguir entre lo que, inherentemente, la informática no es capaz de hacer y lo que puede lograrse a través de la ciencia y la tecnología futuras.

Ce 14/15 - Conocer el software, el hardware y las aplicaciones existentes en el mercado, así como el uso de sus elementos, y capacidad para familiarizarse con nuevas aplicaciones informáticas.

Ce 17 - Conocer los temas informáticos avanzados de modo que permita a los alumnos vislumbrar y entender las fronteras de la disciplina, por medio de la inclusión de experiencias de aprendizaje que dirigen a los alumnos desde los temas elementales a los temas avanzados o los temas de los que se nutren los novísimos desarrollos.

Ce 19/20 - Conocimiento de los tipos apropiados de soluciones, y comprensión de la complejidad de los problemas informáticos y la viabilidad de su solución.

Ce 44 - Conocimiento de tecnologías punteras relevantes y su aplicación.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA390 - Dado un problema real elegir la tecnología informática existente en el mercado más apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución, lo que se puede y no se puede conseguir a través del estado actual de desarrollo de la tecnología usada, y lo que se espera que avance en el futuro.

RA389 - Dado un campo de aplicación de la informática, evaluar y diseñar el sistema informático más apropiado para resolver alguno de sus problemas, exponiendo las dificultades técnicas y los límites de la aplicación.

RA391 - Desarrollar la solución matemática y algorítmica más apropiada a un problema informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.

RA392 - Explicar cuáles son los límites y fronteras de los fundamentos científicos de la informática, y la base de las nuevas tendencias y desarrollos y de los temas avanzados y su posible aplicación.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Este curso pretende servir de introducción al mundo de la computación de altas prestaciones o **HPC** (*High Performance Computing*). Para ello muestra los principales logros tecnológicos en el mundo hardware (paralelismo interno, multiprocesadores y *multicores*, procesadores gráficos y vectoriales, etc.) y software, haciendo particular hincapié en el desarrollo de casos prácticos en diferentes estándares de programación paralela: **MPI y OpenMP**. Asimismo, explica el uso de la vectorización para obtener mejores prestaciones e introduce el *profiling* de aplicaciones científicas, mediante el uso de la herramienta *valgrind*.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Sistemas para computación de alto rendimiento
  - 1.1. Necesidades de cómputo. Exascale. Arquitecturas de altas prestaciones. Top 500. Green 500.
  - 1.2. Actualidad en HPC
  - 1.3. Sistemas de memoria compartida
  - 1.4. Sistemas de memoria distribuida, clusters y cloud
  - 1.5. Coprocesadores (GPUs, MIC y PEZY SC)
2. Procesadores con paralelismo interno
3. Desarrollo de aplicaciones paralelas
  - 3.1. Depuración y profiling de aplicaciones paralelas: valgrind
  - 3.2. Programación paralela: OpenMP
  - 3.3. Vectorización
  - 3.4. Programación de sist. distribuidos: MPI
  - 3.5. Introducción a GPUs

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Explicación de contenidos del Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
2	<b>Explicación de contenidos del Tema 2: Pipeline, superescalares y pipeline</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
3	<b>Explicación de contenidos del Tema 3: Profiling</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Realización de cuestionario</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 01:00
4		<b>Realización de prácticas del Tema 3: Profiling</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Evaluación de las practicas realizadas</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:00
5	<b>Explicación de contenidos del Tema 3: OpenMP</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
6		<b>Realización de prácticas del tema 3: OpenMP</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Evaluación de las practicas realizadas</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:00

7		<p><b>Realización de prácticas del tema 3: OpenMP</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b></p> <p>OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Evaluación de las practicas realizadas</b></p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:00</p>
8	<p><b>Explicación de contenidos del Tema 3: Vectorización</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b></p> <p>OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
9		<p><b>Realización de prácticas del tema 3: Vectorización</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b></p> <p>OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Evaluación de las practicas realizadas</b></p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:00</p>
10	<p><b>Explicación de contenidos del Tema 3: MPI</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b></p> <p>OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
11		<p><b>Realización de prácticas del tema 3: MPI</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b></p> <p>OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Evaluación de las practicas realizadas</b></p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:00</p>
12	<p><b>Explicación de contenidos del Tema 3: GPUs</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b></p> <p>OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
13	<p><b>Explicación de contenidos del Tema 3: GPUs</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b></p> <p>OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
14		<p><b>Realización de prácticas del tema 3: GPUs</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b></p> <p>OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Evaluación de las practicas realizadas</b></p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:00</p>

15		<b>Realización de prácticas del tema 3: GPUs</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Asistencia y participación efectiva en clase.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Evaluación de las practicas realizadas</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:00
16				
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
2	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
3	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
3	Realización de cuestionario	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	01:00	20%	3 / 10	Ce 14/15 Ce 17 Ce 19/20
4	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
4	Evaluación de las practicas realizadas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	3 / 10	
5	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
6	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
6	Evaluación de las practicas realizadas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	12.5%	3 / 10	
7	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45

7	Evaluación de las practicas realizadas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	12.5%	3 / 10	Ce 12/16 Ce 13/18 Ce 14/15 Ce 19/20 Ce 44
8	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
9	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
9	Evaluación de las practicas realizadas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	3 / 10	Ce 12/16 Ce 13/18 Ce 14/15 Ce 19/20 Ce 44
10	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
11	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
11	Evaluación de las practicas realizadas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	3 / 10	Ce 12/16 Ce 14/15 Ce 19/20 Ce 44 Ce 13/18
12	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
13	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	Ce 19/20 Ce 44
14	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	CG-2/CE45
14	Evaluación de las practicas realizadas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	12.5%	3 / 10	
15	Asistencia y participación efectiva en clase.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	7 / 10	
15	Evaluación de las practicas realizadas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	12.5%	3 / 10	CG-2/CE45

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	Ce 13/18 CG-2/CE45 Ce 12/16 Ce 14/15 Ce 17 Ce 19/20 Ce 44

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
El examen de la convocatoria extraordinaria de julio consistirá en una serie de preguntas y de ejercicios sobre cada uno de los temas. Para su realización no se permitirá ningún tipo de documentación.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	100%	5 / 10	

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación de la asignatura tendrá en cuenta su parte teórica y su parte práctica. La parte teórica tendrá un peso del 25% de la nota y la parte práctica tendrá un peso del 75%. En ambos casos, se tendrá en cuenta la asistencia y participación en clase, que deberá alcanzar un mínimo del 70%. En caso de no alcanzarse esa asistencia no se considerará como evaluación continua y deberá ir al examen final para evaluarse de la asignatura. Deberá presentarse una pequeña **memoria-resumen** de los distintos trabajos realizados en las clases prácticas, explicando el trabajo desarrollado y los resultados obtenidos.

La parte teórica corresponde a los temas 1 y 2, con un peso del 20%. La parte práctica corresponde al tema 3, con un peso del 80%. Este tema tiene varios apartados, cada uno con su propio peso: Valgrind (10%), OpenMP (25%), Vectorización (10%), MPI (10) y GPUs (25%). Entre todos suman el 75% que corresponde a la nota de la parte práctica.

Hará falta obtener al menos un 3/10 en cada parte para que se pueda compensar con las otras notas. En caso de no llegar a ese mínimo o simplemente si el alumno quisiera mejorar la calificación de algún apartado, podrá examinarse de dicha parte en el examen final. Se guardará la mejor nota.

Para los alumnos que al comienzo de curso soliciten evaluación mediante solo *prueba final*, se realizará un examen final en la fecha que indique Jefatura de Estudios.

El examen de la convocatoria extraordinaria de julio consistirá en una serie de preguntas y de ejercicios sobre cada uno de los temas. Para su realización no se permitirá ningún tipo de documentación.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Stallings, W. "Organización y arquitectura de computadores", Prentice Hall, 2016, 10ª Edición	Bibliografía	

Hennessy, J. L, Patterson, D. A.; "Computer Architecture: A quantitative Approach", 5th. Ed.. Morgan Kauffmann Pub., 2012	Bibliografía	
Randal E. Bryant and David R. O'Hallaron. Computer Systems: A Programmer's Perspective, 2 Ed.Carnegie Mellon University, 2011.	Bibliografía	
<a href="http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/CAR">http:// www.datsi.fi.upm.es/docencia/CAR</a>	Recursos web	Página web de la asignatura. Se mantendrá actualizada con nuevos contenidos.
Aula informática asignada por Jefatura de estudios	Equipamiento	
Sala de trabajo en grupo	Equipamiento	
Aaart J.C. Bik: "The Software Vectorization Handbook", Intel Press, 2004	Bibliografía	
Richard Gerber: "The Software Optimization Cookbook", Intel Press, 2002	Bibliografía	
Jean-Loup Baer: "Microprocessor Architecture", Cambridge University Press, 2009	Bibliografía	